

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

RECEIVED	
17 MAR 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 19 285.9
Anmeldetag: 29. April 2003
Anmelder/Inhaber: Compact Dynamics GmbH,
82319 Starnberg/DE
Bezeichnung: Brennstoff-Einspritzventil für
Brennkraftmaschinen
IPC: F 02 M 51/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Brennstoff-Einspritzventil für Brennkraftmaschinen

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Brennstoff-Einspritzventil für Brennstoff-Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine. Das erfindungsgemäße Brennstoff-Einspritzventil hat einen Brennstoff-Einlass, der dazu eingerichtet ist, Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen zu lassen, und eine elektrisch ansteuerbare Betätigungsseinrichtung die mit einer Ventilanordnung zusammenwirkt, um Brennstoff in direkt oder indirekt gesteuerter Weise durch einen Brennstoff-Ausmaß in den Brennraum ausströmen zu lassen. Dabei weist die elektromagnetische Betätigungsseinrichtung eine zu bestromende Elektromagnet-Spulenanordnung, eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Jochanordnung, sowie eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung auf.

Stand der Technik

Eine derartige Anordnung ist in den unterschiedlichsten Ausgestaltungen von mehreren Herstellern (Robert Bosch GmbH, Siemens AG) bekannt. Allerdings haftet diesen bekannten Anordnungen der Nachteil an, dass die Anzahl der Hübe pro Arbeitstakt der Brennkraftmaschine sehr eingeschränkt ist. Insbesondere ist es damit nicht möglich, bei hochtourigen Brennkraftmaschinen die für ein effizientes Motormanagement erforderlichen Mehrfacheinspritzungen pro Arbeitstakt in der erforderlichen Anzahl bereit zu stellen. Dabei hat sich die elektromagnetische Betätigungsseinrichtung als ein begrenzender Faktor herausgestellt.

Ein bekannter Ansatz zur Überwindung dieser Einschränkung besteht darin, anstelle der elektromagnetischen Betätigungsseinrichtung einen Piezo-Linear-Aktor vorzusehen. Abgesehen von den hohen Kosten und dem relativ großen erforderlichen Bau-
raum des Piezo-Linear-Aktors ist auch deren temperaturabhängiges Verhalten in unmittelbarer Nähe zum Brennraum einer Brennkraftmaschine nachteilig. Auch erlauben Piezoantriebe heutiger Bauart nur etwa 3 – 5 Einspritzvorgänge je Arbeitstakt des Verbrennungsmotors, wobei Öffnungs-/Schließ-Zeiten von etwa 100 µsec realisierbar sind. Insgesamt war bisher dieser Art von Brennstoff-Einspritzventilen im Einsatz von Serien-Fahrzeugen in größerem Stil versagt.

Der Erfindung zugrunde liegendes Problem

Damit besteht bei bekannten Brennstoff-Einspritzventilen das Problem, eine kompakt bauende und kostengünstige Anordnung Brennstoff-Einspritzventils bereitzustellen, die Groß-serien-tauglich ist und eine ausreichend hohe Hubzahl pro Arbeitstakt der Brennkraftmaschine mit den erforderlichen Öffnungs-/Schließ-Kräften auszuführen in der Lage ist. Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel, solche Brennstoff-Einspritzventile bereitzustellen.

Erfindungsgemäße Lösung

Die Erfindung löst dieses Problem bei einer Ventilanordnung der oben genannten Art dadurch, dass die Magnet-Jochanordnung und/oder die Magnet-Ankeranordnung eine Wirbelstrom verringende Gestaltung aufweist. Überraschenderweise hat sich nämlich gezeigt, dass es nicht erforderlich ist von einer elektromagnetischen Betätigungsseinrichtung als Ventilantrieb auf einen Piezo-Linear-Aktor mit allen seinen ihm eigenen Nachteilen und Problemen umzustellen. Vielmehr kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Komponenten der elektromagnetischen Betätigungsseinrichtung erreicht werden, dass das Brennstoff-Einspritzventil nicht nur die für Otto-Motoren erforderlichen Öffnungs-/Schließ-Kräfte, sondern sogar die für eine Diesel-Direkt-Einspritzung erforderlichen Öffnungs-/Schließ-Kräfte bei erheblich mehr Hüben pro Arbeitstakt (etwa doppelt so viele wie ein Piezo-Linear-Aktor heutiger Bauart) mit einer elektromagnetischen Betätigungsseinrichtung bereitstellen kann. Mit anderen Worten erlaubt die erfindungsgemäße Ventilanordnung die Realisierung von Öffnungs-/Schließ-Zeiten mit etwa 40 – 50 μ sec und weniger. Damit sind Mehrfach-Einspritzvorgänge für ein effizientes Motormanagement sowohl für Otto-Motoren, als auch für Dieselmotoren möglich. Außerdem ist es auch möglich, den Brennstoffdurchsatz durch das Brennstoff-Einspritzventil dadurch zu erhöhen, dass mit der erfindungsgemäßen Ventilanordnung der Hubweg des Ventilgliedes etwa 3 – 6 mal größer sein kann als bei einem Piezo-Linear-Aktor heutiger Bauart.

Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung

Bei einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils wirkt die Betätigungsseinrichtung auf ein bewegliches Ventilglied ein, um dieses gegenüber einem mit dem Ventilglied zusammenwirkenden und stromabwärts zu dem Brennstoff-Einlass angeordneten ortsfesten Ventilsitz zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung zu bewegen. Damit kann eine direkt-schaltende Ventilanordnung realisiert werden.

Bei einer anderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils wirkt die Betätigungsseinrichtung auf ein bewegliches Ventilglied ein, um dieses gegenüber einem mit dem Ventilglied zusammenwirkenden ortsfesten Ventilsitz zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung zu bewegen. Damit ist ein gesteuertes Ablassen von Brennstoff in eine Rückführleitung ermöglicht, wenn ein zweites, federbelastetes Ventilglied zusammen mit einem zweiten Ventilsitz nicht geöffnet wird, und ein gesteuertes Ablassen von Brennstoff zu der Arbeitskammer der Brennkraftmaschine oder deren Ansaugleitung ermöglicht, wenn das zweite, federbelastete Ventilglied zusammen mit dem zweiten Ventilsitz geöffnet wird. Damit kann eine indirekt schaltende Ventilanordnung realisiert werden.

Erfindungsgemäß können die Magnet-Jochanordnung und/oder die Magnet-Ankeranordnung konzentrisch zu einer Mittelachse des Brennstoff-Einspritzventils angeordnet sein. Es sind auch exzentrische oder asymmetrische Anordnungen möglich.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung aus wenigstens zwei zusammengefügten Schalen-Teilen mit Ausnehmungen gebildet sein, wobei in jeder Ausnehmung jeweils eine Elektromagnet-Spulenanordnung aufgenommen ist, die in Bewegungsrichtung im Wesentlichen bündig mit der jeweiligen Stirnfläche eines der Schalen-Teile abschließt, wobei die Stirnflächen zusammen einen Hohlraum begrenzen, in dem die Magnet-Ankeranordnung längs der Mittelachse beweglich aufgenommen ist.

Die Elektromagnet-Spulenanordnung kann auf wenigstens einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung durch eine mehrere, zueinander im Wesentlichen konzentrische Elektromagnet-Spulen gebildet ist, die etwa bündig mit einer der Stirnflächen einer der Schalen-Hälften abschließen.

Dabei können die einzelnen Ring-Spulen eine Dicke von 20 – 80 % des zwischen zwei Ring-Spulen vorhandenen Magnetjoch-Eisens haben. Außerdem können die einzelnen Ring-Spulen auf einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung dazu eingerichtet sein, gegensinnig bestromt zu werden.

Weiterhin kann zwischen den einzelnen Ring-Spulen wenigstens auf einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung das Joch-Eisen durch konzentrische, gegeneinander isolierte Eisenblechringe oder durch spiralförmig aufgewickeltes Eisenblech gebildet sein, wobei die Windungen der Eisenblechspirale ebenfalls gegeneinander isoliert sind.

Der Erfindung liegt das Prinzip zugrunde, die Elektromagnet-Spulenanordnung und die Magnet-Ankeranordnung im Wesentlichen rechtwinkelig zueinander zu orientieren.

5

Erfindungsgemäß können die Magnet-Spulenanordnung und die Magnet-Ankeranordnung sich in radialer Richtung zur Mittelachse zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig überlappen. Damit wird ein besonders effizienter Magnetkreis realisiert, der sehr geringe Ventil-öffnungs-/Schließ- erlaubt.

10

Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils kann die Magnet-Jochanordnung als ein im Wesentlichen zylindrischer weichmagnetischer Scheibenkörper mit radial oder tangential zur Mittellängsachse orientierten Unterbrechungen gestaltet sein. Diese Unterbrechungen können einfache Schlitze sein oder zur Erhöhung der Stabilität der Magnet-Jochanordnung durch Material gebildet sein, das einen höheren magnetischen Widerstand als das Material des weichmagnetischen Scheibenkörpers hat.

15

Bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils kann die Magnet-Ankeranordnung durch zwei oder mehr von einander räumlich getrennte streifenförmige weichmagnetische Abschnitte gebildet sein. Auch hier können die räumlichen Trennungen einfache Schlitze sein oder zur Erhöhung der Stabilität durch Material gebildet sein, das einen höheren magnetischen Widerstand als das Material der streifenförmigen weichmagnetischen Abschnitte hat.

20

Die Magnet-Ankeranordnung kann eine weichmagnetische Scheibe mit Ausnehmungen, vorzugsweise radial orientierten, zum Rand der Scheibe reichenden Schlitzen, oder Langlöchern gestaltet sein. Auch hier können die zum Rand der Scheibe reichenden Schlitzen oder Langlöcher einfache Ausnehmungen sein oder zur Erhöhung der Stabilität durch Material gebildet sein, das einen höheren magnetischen Widerstand als das Material der weichmagnetischen Scheibe hat.

30

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils können die weichmagnetische Ankeranordnung und das Ventilglied miteinander verbunden und durch eine Federanordnung in die Offen-Stellung oder die Geschlossen-Stellung vorgespannt und durch Bestromung der Magnet-Spulenanordnung in die Geschlossen-Stellung oder die Offen-Stellung bringbar sind.

35

Gemäß einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils können auch zwei der oben beschriebenen Betätigungsseinrichtungen vorgesehen sein, die auf das Ventilglied gegensinnig wirken und dieses bei jeweiliger Bestromung in die Geschlossen-Stellung bzw. die Offen-Stellung bringen.

5

Das erfindungsgemäße Brennstoff-Einspritzventil kann dazu eingerichtet und dimensioniert sein, in den Brennraum einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, oder in den Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine zu ragen.

10 Weitere Vorteile, Ausgestaltungen oder Variationsmöglichkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Figuren in denen die Erfindung im Detail beschrieben ist.

Kurzbeschreibung der Figuren

15 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung im Längsschnitt durch ein Brennstoff-Einspritzventil gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Querschnitt einer Weichmagnet-Ankeranordnung aus Fig. 1, geschnitten entlang der Linie II - II.

20 Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Querschnitt einer Weichmagnet-Jochanordnung aus Fig. 1, geschnitten entlang der Linie III - III.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung im Längsschnitt durch ein Brennstoff-Einspritzventil gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 5 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Querschnitt einer Weichmagnet-Ankeranordnung aus Fig. 4, geschnitten entlang der Linie V - V.

30 Fig. 6 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Querschnitt einer Weichmagnet-Jochanordnung aus Fig. 4, geschnitten entlang der Linie IV - IV.

Detaillierte Beschreibung derzeitig bevorzugter Ausführungsformen

35 In Fig. 1 ist Brennstoff-Einspritzventil mit einem zu einer Mittellängsachse M im wesentlichen rotationssymmetrischen Ventilgehäuse 10 im schematischen Längsschnitt in einer halb geöffneten Stellung gezeigt. Ein derartiges Brennstoff-Einspritzventil dient zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den nicht weiter veranschaulichten Brennraum einer Brennkraftmaschine. Das Brennstoff-Einspritzventil 10 hat einen

radial orientierten, seitlichen Brennstoff-Einlass 12, durch den mittels einer nicht weiter veranschaulichten Pumpe oder sonstigen Druckgeber unter Druck gesetzter Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen kann. Es ist jedoch auch möglich, den Brennstoff-Einlass etwa im mit 14 angedeuteten zentralen in Fig. 1 oberen Bereich des Brennstoff-Einspritzventils vorzusehen. Von dem Brennstoff-Einlass 12 reicht ein zentraler Brennstoff-Kanal 16 durch ein Rohr 17 zu einem Brennstoff-Ausmaß 18. An Ende des zentralen Brennstoff-Kanals 16 ist eine Ventilanordnung 20 vorgesehen, um den Brennstoff in gesteuerter Weise durch den Brennstoff-Ausmaß 18 in den Brennraum der Brennkraftmaschine ausströmen zu lassen.

10 Die Ventilanordnung 20 ist durch ein sich in dem zentralen Brennstoff-Kanal 16 befindliches und zum Brennstoff-Ausmaß 18 hin konisch verjüngendes Ventilglied 20a und einen mit dem Ventilglied 20a zusammenwirkenden Ventilsitz 20b gebildet, der der Form des Ventilgliedes 20a entsprechend gestaltet ist.

15 Das Ventilglied 20a ist über eine Betätigungsstange 22 mit einer elektrisch ansteuerbaren Betätigungsseinrichtung 24 verbunden, um das Ventilglied 20a zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung (in Fig. 1 auf und ab) zu bewegen. Damit wird von dem Brennstoff-Einlass 12 kommender und durch den zentralen 20 Brennstoff-Kanal 16 strömender, unter Druck stehender Brennstoff in gesteuerter Weise durch den Brennstoff-Ausmaß 18 in den Brennraum ausgestoßen.

Die Betätigungsseinrichtung 24 ist gebildet durch eine zur Mittelachse M konzentrische, ringzylindrische Elektromagnet-Spulenanordnung 24a, eine mit dieser zusammenwirkende weichmagnetische Magnet-Jochanordnung 24b, sowie eine mit dieser zusammenwirkende weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung 24c. Dabei ist die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung 24b aus zwei etwa auf Höhe der Schnittlinie II – II zusammengefügten Schalen-Hälften 24b' und 24b" mit ringzylindrischen Ausnehmungen 26a, 26b gebildet. In den ringzylindrischen Ausnehmungen 26a, 26b ist jeweils eine Elektromagnet-Spulenanordnung 24a' und 24 a" aufgenommen, die bündig mit den jeweiligen Stirnflächen 27a, 27b der Schalen-Hälften 24b' und 24b" abschließen. Die Stirnflächen 27a, 27b der Schalen-Hälften 24b' und 24b" begrenzen einen kreis-zylindrischen Hohlraum 28, in dem die Magnet-Ankeranordnung 24c längs der Mittelachse M beweglich aufgenommen ist. Die beiden Schalen-Hälften 24b' und 24b" können dabei auch einen Abstand zueinander haben, der durch einen magnetisch nicht wirksamen Abstandshalter etwa mit der Höhe des Hohlraums 28 festgelegt ist.

Die Magnet-Ankeranordnung 24c ist eine kreisrunde eisenhaltige Scheibe mit einer weiter unten im Detail beschriebenen Gestalt. Die Elektromagnet-Spulenanordnung 24a und die Magnet-Ankeranordnung 24c überlappen sich in radialer Richtung bezogen auf die Mittelachse (M). Wie in der Fig. 1 gezeigt ist, hat die Elektromagnet-Spulenanordnung 24a einen geringeren Außendurchmesser als die im Wesentlichen kreisrunde Ankerscheibe 24c, so dass der aus der Elektromagnet-Spulenanordnung 24a hervorgerufene magnetische Fluss praktisch ohne nennenswerte Streu-Verluste in die Ankerscheibe 24c eindringt. Damit wird ein besonders effizienter Magnetkreis realisiert, der sehr geringe Ventil-Öffnungs-/Schließ- sowie hohe Ventilschließgleid-Haltekräfte erlaubt.

Fig. 2 zeigt die weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung 24c. Sie hat eine im Wesentlichen kreisrunde weichmagnetische Ankerscheibe 24c, die konzentrisch zu der Mittelachse M angeordnet ist. Um die in der Ankerscheibe 24c induzierten Wirbelströme beim Betrieb des Brennstoff-Einspritzventils möglichst gering zu halten, ist die Ankerscheibe 24c mit radial orientierten Unterbrechungen 36 versehen. Diese Unterbrechungen haben die Gestalt von zum Rand 30 der Ankerscheibe 24c reichenden Schlitzen 36. Dadurch entstehen radial orientierte Streifen 25, die im Zentrum der Scheibe 24c miteinander verbunden sind. Anstatt die radial orientierten Streifen 25 im Zentrum der Scheibe 24c miteinander zu verbinden ist es auch möglich, am äusseren Ende der Streifen einen diese miteinander verbindenden Materialsteg vorzusehen, der für eine geschlossene Mantelfläche sorgt.

Fig. 3 zeigt die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung 24b im Querschnitt. Sie hat eine zu der Mittelachse M im Wesentlichen symmetrische und konzentrische Gestalt. Um die in der Magnet-Jochanordnung 24b induzierten Wirbelströme beim Betrieb des Brennstoff-Einspritzventils möglichst gering zu halten, ist die Magnet-Jochanordnung 24b aus aufeinandergestapelten Eisen-Blechscheiben mit einer Vielzahl von radial orientierten senkrechten Unterbrechungen 36 in Form von Schlitzen versehen. Die Slitze 36 können mit einem stabilisierenden Material aufgefüllt um die einzelnen Blechstücke in ihrer Position zueinander festzulegen. Zwischen den Schlitzen 36 ist an der Außenwand ein Materialsteg 38 vorgesehen, der für eine geschlossene Mantelfläche sorgt. Dabei sind beide Schalen-Hälften 24b' und 24b" der Magnet-Jochanordnung 24b mit den Schlitzen 36 versehen. Anstelle der aufeinandergestapelten Eisen-Blechscheiben mit den orientierten senkrechten Unterbrechungen 36 kann das Joch-Eisen auch durch konzentrische, gegeneinander isolierte Eisenblechringe gebildet sein, in das die Ausnehmungen für die Elektromagnet-Spulenanordnungen eingearbeitet oder ausgespart sind. Alternativ dazu kann auf einer Seite isoliertes

Eisenblech spiralförmig zu der Magnetjoch-Anordnung aufgewickelt sein, wobei die Ausnehmungen für die Elektromagnet-Spulenanordnungen entweder nachträglich eingearbeitet oder durch entsprechend geformtes Eisenblech ausgespart sein können.

Aus dem Vorstehenden wird deutlich, dass die kreisringförmige Elektromagnet-Spulenanordnung 24a und die radial orientierten Streifen 25 der weichmagnetischen Ankerscheibe 24c im Wesentlichen rechtwinkelig zueinander orientiert sind. Es versteht sich, dass dies entweder in der vorstehend beschriebenen Form mit radial orientierten Streifen 25 der Anker-Anordnung 24b und einer kreisringförmigen Elektromagnet-Spulenanordnung 24a realisiert werden kann, oder mit kreisringförmigen Anker-
10 teilen und einer sternförmig oder vom Zentrum strahlenförmig nach aussen gerichtet gestalteten Elektromagnet-Spulenanordnung.

Wie in Fig. 1 veranschaulicht, ist die Ankerscheibe 24c mit der Betätigungsstange 22 starr verbunden und in einem durch die Schalen-Hälften 24b' und 24b" der Magnet-Jochanordnung 24b begrenzten Ankerraum 34 längs der Mittelachse M in dem Rohr 17 geführt längsbeweglich aufgenommen. Dabei ist die Ankerscheibe 24c mit der Betätigungsstange 22 durch eine zur Mittelachse M koaxial angeordnete Schraubenfeder 40 belastet, so dass das am Ende der Betätigungsstange 22 befindliche Ventilglied 20a in dem Ventilsitz 20b fluiddicht sitzt, also in seine Geschlossen-Stellung gedrängt ist. Bei Bestromen einer der Spulen (zum Beispiel 24a') der Elektromagnet-Spulenanordnung 24a wird in der Magnet-Jochanordnung 24b ein wirbelstromarmes Magnetfeld induziert, das die Ankerscheibe 24c mit der Betätigungsstange 22 in Richtung der jeweiligen Schalen-Hälfte 24b' zieht in der sich die bestromte Spule befindet. Damit bewegt sich das Ventilglied 20a von dem Ventilsitz 20b weg in seine Offen-Stellung. Beim Bestromen der anderen Spule (zum Beispiel 24a") der Elektromagnet-Spulenanordnung 24a bewegt sich das Ventilglied 20a in die jeweils andere Stellung zu dem Ventilsitz 20b hin in seine Geschlossen-Stellung. Eine am von dem Ventilglied 20a abliegenden Ende der Betätigungsstange 22 auf diese wirkende Schraubenfeder 40 hält das Ventilglied 20a bei unbestromter Elektromagnet-Spulen-
20 anordnung 24a in seiner Geschlossen-Stellung.
30

In Fig. 4 ist eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventil gezeigt, wobei Komponenten mit gleichartiger oder gleicher Funktion wie bei der Ausführungsform in den Fig. 1 – 3 mit entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Eine detaillierte Beschreibung erübrigt sich daher insoweit.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Ausführungsformen besteht darin, dass bei Fig. 4 die Spulenanordnung zu beiden Seiten der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung 24c jeweils mehrteilig ist. Dabei sind jeweils zwei oder mehr konzentrische Elektromagnet-Spulenanordnungen 24a', 24a" vorgesehen, die im Wesentlichen bündig mit den jeweiligen Stirnflächen 27a, 27b der Schalen-Hälften 24b' und 24b" abschließen. Die einzelnen Ring-Spulen haben dabei eine auf die Mittelachse M bezogene radiale Dicke von 30 % des zwischen zwei Ring-Spulen vorhandenen Magnetjoch-Eisens. Diese Ausführungsform kann bei gleichem Bauvolumen eine gegenüber der in den Fig. 1 – 3 gezeigten Ausführungsform erhöhte Magnetfeld-Dichte und damit auch eine gesteigerte Ventilglied-Haltekraft und Ventilglied-Betätigungsgeschwindigkeit haben. Die einzelnen Ring-Spulen einer Seite (oberhalb bzw. unterhalb der Magnet-Ankeranordnung 24c) werden dabei abwechselnd gegensinnig bestromt, wie dies durch die entgegengesetzten Pfeile in Fig. 6 angedeutet ist. Das Joch-Eisen zwischen den einzelnen Ring-Spulen einer Seite ist hier durch konzentrische, gegeneinander isolierte Eisenblechringe gebildet. Alternativ dazu kann auch zumindest auf einer Seite isoliertes Eisenblech spiralförmig zu der Magnetjoch-Anordnung aufgewickelt sein, wobei die Ausnehmungen für die Elektromagnet-Spulenanordnungen entweder nachträglich eingearbeitet oder durch entsprechend geformtes Eisenblech ausgespart sein können.

Die beiden Ausführungsformen sind mit elektrisch ansteuerbaren Betätigungsseinrichtungen 24 gezeigt, bei denen eine zentrale Betätigungsstange 22 von einer scheibenförmigen Magnet-Ankeranordnung 24c bewegt wird. Es ist auch möglich, anstelle der zentralen Betätigungsstange 22 ein Rohr vorzusehen, an dessen Stirnfläche der Magnet-Anker angeordnet ist.

Ansprüche

1. Brennstoff-Einspritzventil für Brennstoff-Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit
 - einem Brennstoff-Einlass (12), der dazu eingerichtet ist, Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen zu lassen,
 - einer elektrisch ansteuerbaren Betätigungsseinrichtung (24) die mit einer Ventilanordnung (20) zusammenwirkt, um Brennstoff in direkt oder indirekt gesteuerter Weise durch einen Brennstoff-Ausmaß (18) in den Brennraum ausströmen zu lassen, wobei
 - die Betätigungsseinrichtung (24) eine zu bestromende Magnet-Spulenanordnung (24a), eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Jochanordnung (24b), sowie eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung (24c) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Magnet-Jochanordnung (24b) und/oder die Magnet-Ankeranordnung (24c) eine Wirbelstrom verringende Gestaltung aufweist.
2. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass
 - die Betätigungsseinrichtung (24) auf ein bewegliches Ventilglied (20a) der Ventilanordnung (20) einwirkt, um dieses gegenüber einem mit dem Ventilglied (20a) zusammenwirkenden und stromabwärts zu dem Brennstoff-Einlass (12) angeordneten ortsfesten Ventilsitz (20b) zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung zu bewegen.
3. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet dass
 - die Magnet-Jochanordnung (24b) und/oder die Magnet-Ankeranordnung (24c) konzentrisch zu einer Mittelachse (M) angeordnet sind.
4. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass
 - die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung (24b) wenigstens zwei zusammengefügte Schalen-Teile (24b', 24b'') mit Ausnehmungen (26a, 26b) aufweist, in denen jeweils eine Elektromagnet-Spulenanordnung (24a', 24 a'') aufgenommen ist, die im Wesentlichen bündig mit der jeweiligen Stirnfläche (27a, 27b) eines der Schalen-Teile (24b', 24b'') abschließt, wobei die Stirnflächen (27a, 27b) zusammen einen Hohlraum

(28) begrenzen, in dem die Magnet-Ankeranordnung (24c) längs der Mittelachse (M) beweglich aufgenommen ist.

5. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- dass die Elektromagnet-Spulenanordnung (24a', 24 a'') auf wenigstens einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung (24c) durch mehrere, jeweils im Wesentlichen konzentrische ringförmige Elektromagnet-Spulen-Anordnungen gebildet ist, die im Wesentlichen bündig mit einer der Stirnflächen (27a, 27b) einer der Schalen-Hälften (24b', 24b'') abschließen.

6. Brennstoff-Einspritzventil nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet dass

- die einzelnen Ring-Spulen in radialer Richtung bezogen auf die Mittelachse (M) eine Dicke von 20 – 80 % des zwischen zwei Ring-Spulen vorhandenen Magnetjoch-Eisens haben.

7. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die einzelnen Ring-Spulen auf einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung (24c) dazu eingerichtet sind, abwechselnd gegensinnig bestromt zu werden.

8. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- zwischen den einzelnen Ring-Spulen auf einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung (24c) das Joch-Eisen durch konzentrische, gegeneinander isolierte Eisenblechringe, oder durch spiralförmig aufgewickeltes Eisenblech gebildet ist, wobei die Windungen der Eisenblechspirale ebenfalls gegeneinander isoliert sind.

9. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die Elektromagnet-Spulenanordnung (24a) und die Magnet-Ankeranordnung (24c) im Wesentlichen rechtwinkelig zueinander orientiert sind.

10. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die Magnet-Spulenordnung (24b) und die Magnet-Ankeranordnung (24c) sich in radialer Richtung zur Mittelachse (M) zumindest teilweise überlappen.

11. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die Magnet-Jochanordnung (24b) als ein im Wesentlichen zylindrischer weichmagnetischer Scheibenkörper mit radial orientierten Unterbrechungen (36) gestaltet ist, der durch konzentrische, gegeneinander isolierte Eisenblechringe gebildet oder als auf wenigstens einer Seite isoliertes Eisenblech spiralförmig zu der Magnetjoch-Anordnung aufgewickelt ist, wobei vorzugsweise Ausnehmungen für die Elektromagnet-Spulenordnungen entweder nachträglich eingearbeitet oder durch entsprechend geformtes Eisenblech ausgespart sein sind.

12. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die Magnet-Ankeranordnung durch zwei oder mehr von einander räumlich getrennte streifenförmige Abschnitte (25) gebildet ist.

13. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die Magnet-Ankeranordnung (24c) eine weichmagnetische Scheibe mit Ausnehmungen (38), vorzugsweise radial orientierten, zum Rand (30) der Scheibe reichenden Schlitten, oder Langlöchern gestaltet ist.

14. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- die Magnet-Ankeranordnung (24c) und das Ventilglied (20a) miteinander verbunden sind und durch eine Federanordnung (40) in die Offen-Stellung oder die Geschlossen-Stellung vorgespannt sind und durch Bestromung der Magnet-Spulenordnung (24a) in die Geschlossen-Stellung oder die Offen-Stellung bringbar sind.

15. Brennstoff-Einspritzventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass

- das Brennstoff-Einspritzventil dazu eingerichtet und dimensioniert ist, in den Brennraum einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine zu ragen.

16. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass

das Brennstoff-Einspritzventil dazu eingerichtet und dimensioniert ist, in den Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine zu ragen.

Zusammenfassung

Brennstoff-Einspritzventil für Brennstoff-Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einem Brennstoff-Einlass, der dazu eingerichtet ist, Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen zu lassen, einer elektrisch ansteuerbaren Betätigungseinrichtung die mit einer Ventilanordnung zusammenwirkt, um Brennstoff in direkt oder indirekt gesteuerter Weise durch einen Brennstoff-Ausmaß in den Brennraum ausströmen zu lassen, wobei die Betätigungseinrichtung eine zu bestromende Magnet-Spulenanordnung, eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Jochanordnung, sowie eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung aufweist, wobei die Magnet-Jochanordnung und/oder die Magnet-Ankeranordnung eine Wirbelstrom verringernde Gestaltung aufweist.

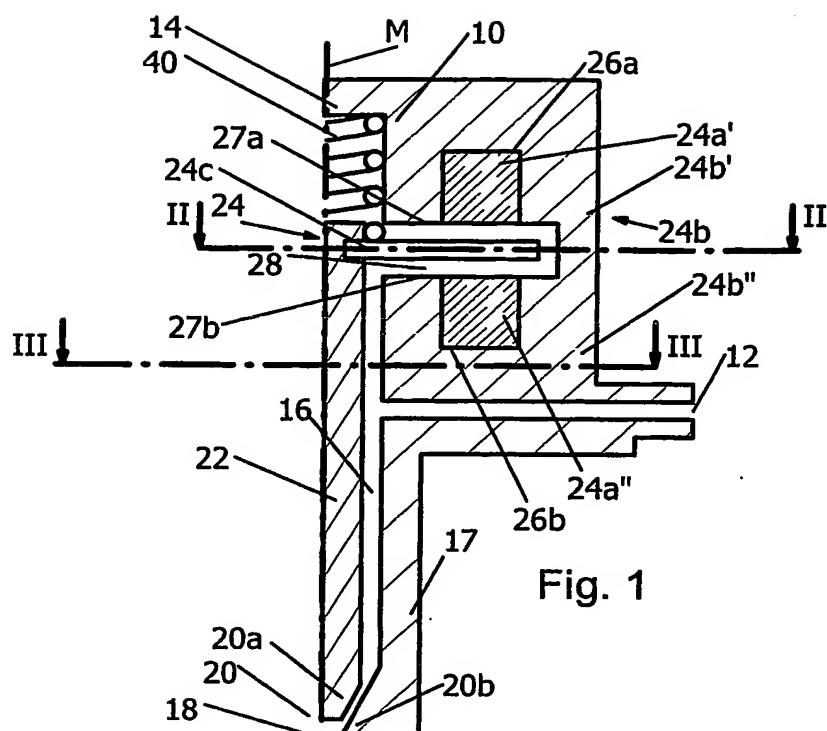


Fig. 1

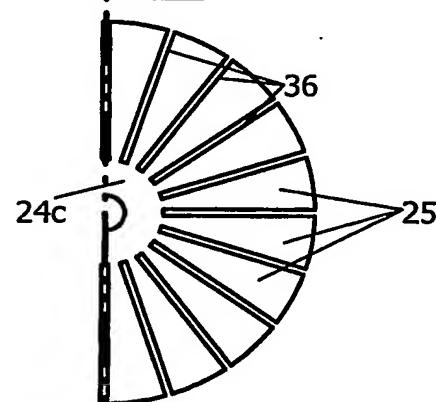


Fig. 2

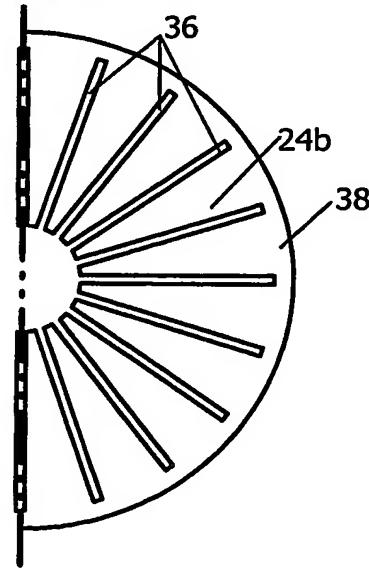


Fig. 3

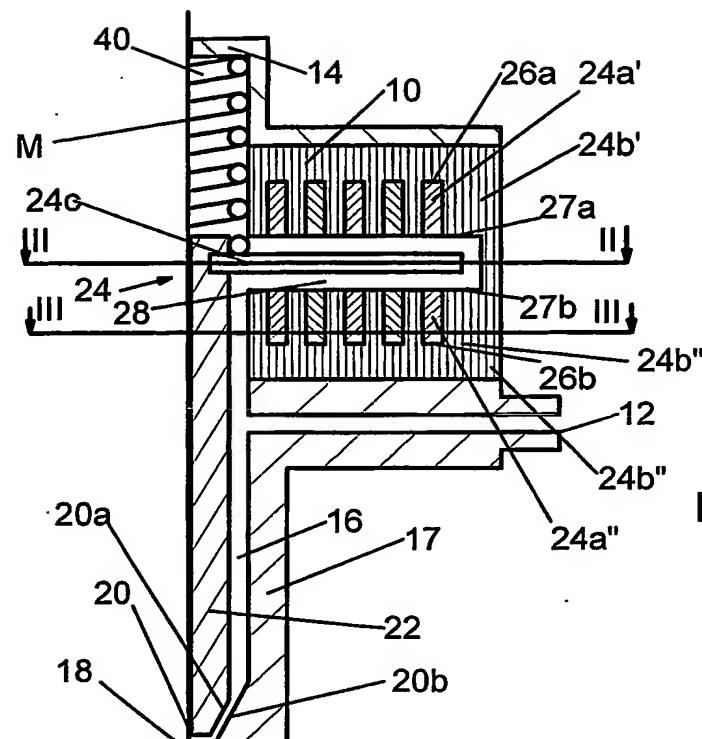


Fig. 4

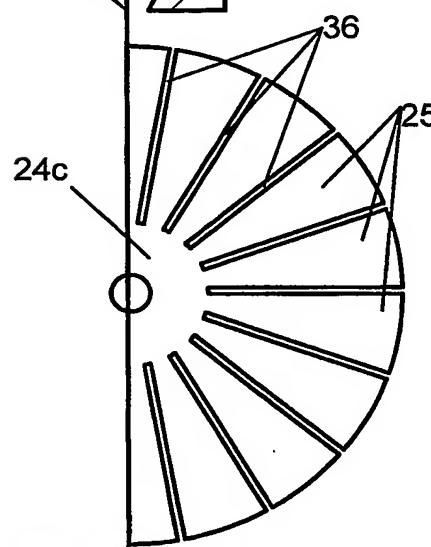


Fig. 5

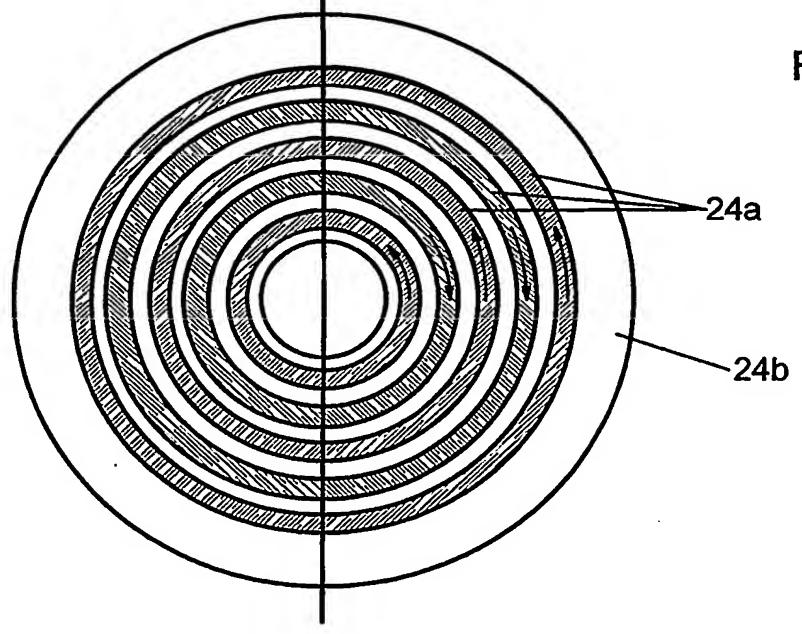


Fig. 6